

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-115673

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 B 33/26
33/14

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 5 B 33/26
33/14

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平7-291808

(22) 出願日

平成7年(1995)10月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 浅井 伸利

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 鬼島 靖典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

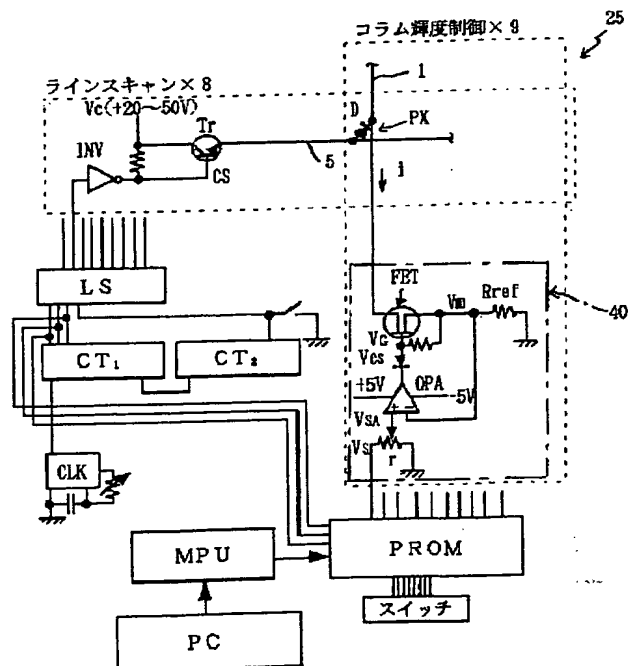
(74) 代理人 弁理士 逢坂 宏

(54) 【発明の名称】 発光素子又は装置、及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 画素を流れる電流量を制御することによつて、各画素の輝度を正確にコントロールし、常に鮮明な発光(画像表示)を実現すること。

【解決手段】 複数の画素PXを有し、これらの画素が電流によってそれぞれ選択的に発光する有機EL素子25又は装置、及びその駆動方法において、複数の画素PXに流れる電流を外部からの輝度信号によって制御する電流制御回路部40を設け、この電流制御回路部40を、複数の画素PXのそれぞれに流れる電流を電圧としてモニターできる基準抵抗 R_{ref} と、この基準抵抗 R_{ref} と画素PXとの間に接続された電流制御素子としてのMOSFETと、前記のモニターされた電圧と外部からの輝度信号電圧とを比較してMOSFETに対する制御電圧 V_{cs} を出力するオペアンプOPAとによって構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の発光単位を有し、これらの発光単位が電流によってそれぞれ選択的に発光するように構成され、前記複数の発光単位に流れる電流を外部からの輝度信号によって制御する電流制御部が設けられている発光素子又は装置。

【請求項2】 複数の発光単位が個々の配線によってそれぞれの電流制御部に接続され、この電流制御部は、前記複数の発光単位のそれぞれに流れる電流を電圧としてモニターできる基準抵抗と、この基準抵抗と前記発光単位との間に接続された電流制御素子と、

前記のモニターされた電圧と外部からの輝度信号電圧とを比較して前記電流制御素子に対する制御電圧を出力する演算増幅素子とを有している、請求項1に記載した発光素子又は装置。

【請求項3】 基準抵抗の両端の電位差が輝度信号電圧より大きくならないように演算増幅素子によって制御される、請求項2に記載した発光素子又は装置。

【請求項4】 外部からの輝度信号電圧が予めプログラムされたメモリ情報として演算増幅素子に入力される、請求項2に記載した発光素子又は装置。

【請求項5】 複数のライン状電極が上下でマトリクス状に交差してこの交差位置にそれぞれのピクセルが形成され、一方の複数のライン状電極がそれぞれ電流制御部に接続されると共に、他方の複数のライン状電極がそれぞれ駆動電源に接続されて制御信号によって駆動される、請求項1に記載した発光素子又は装置。

【請求項6】 パッシブマトリクス型のピクセル構造を有する有機電界発光素子として構成された、請求項5に記載した発光素子又は装置。

【請求項7】 複数の発光単位を電流によってそれぞれ選択的に発光させるに際し、前記複数の発光単位に流れる電流を外部からの輝度信号によって制御する、発光素子又は装置の駆動方法。

【請求項8】 複数の発光単位のそれぞれに流れる電流を電圧としてモニターし、このモニターされた電圧と外部からの輝度信号電圧とを比較して前記電流制御素子を制御する、請求項7に記載した駆動方法。

【請求項9】 モニターされた電圧が輝度信号電圧より大きくならないように制御される、請求項8に記載した駆動方法。

【請求項10】 外部からの輝度信号電圧を予めプログラムされたメモリ情報として供給する、請求項8に記載した駆動方法。

【請求項11】 複数のライン状電極を上下でマトリクス状に交差させてこの交差位置にそれぞれのピクセルを形成し、一方の複数のライン状電極をそれぞれ電流制御部に接続すると共に、他方の複数のライン状電極をそれぞれ駆動電源に接続して制御信号によって駆動する、請求

項7に記載した駆動方法。

【請求項12】 パッシブマトリクス型のピクセル構造を有する有機電界発光素子を駆動する、請求項11に記載した駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光素子又は装置（例えば、自発光の平面型ディスプレイであって、特に、有機薄膜を電界発光層に用いる有機電界発光素子又はディスプレイ）、及びその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 有機電界発光素子（以下、有機EL素子と称することがある。）は、1 μ m以下の膜厚であり、電流を注入することにより電気エネルギーを光エネルギーに変換して面状に発光するなど、自発光型の表示デバイスとして理想的な特長を有しており、近年活発な研究開発が進められている。

【0003】 図14は、従来の発光素子としての有機EL素子10の一例を示す。この有機EL素子10は、透明基板（例えばガラス基板）6上に、ITO（Indium tin oxide）透明電極5、ホール輸送層4、発光層3、電子輸送層2、陰極（例えばアルミニウム電極）1を例えば真空蒸着法で順次製膜したものである。

【0004】 そして、陽極である透明電極5と陰極1との間に直流電圧7を選択的に印加することによって、透明電極5から注入されたホールがホール輸送層4を経て、また陰極1から注入された電子が電子輸送層2を経て、それぞれ発光層3に到達して電子-ホールの再結合が生じ、ここから所定波長の発光8が生じ、透明基板6の側から観察できる。

【0005】 発光層3には、例えば亜鉛錯体を含むさせることもできるが、実質的に亜鉛錯体のみからなる層（但し、複数種の亜鉛錯体の併用が可能）であってよいし、或いは亜鉛錯体に蛍光物質を添加した層であってもよい。また、亜鉛錯体と他の発光物質であるアントラセン、ナフタリン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ベリレン、プタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン等を併用してよい。こうした亜鉛錯体又は蛍光物質等との混合物は、電子輸送層2に含有させることができる。

【0006】 図15は、別の従来例を示すものであり、この例においては、発光層3を省略し、電子輸送層2に上記の亜鉛錯体又は蛍光物質との混合物を含むさせ、電子輸送層2とホール輸送層4との界面から所定波長の発光18が生じるように構成した有機EL素子20を示すものである。

【0007】 図16は、上記の有機EL素子をパッシブマトリクス型（又は単純マトリクス型）のディスプレイとして用いる場合の具体例を示す。即ち、各有機層（ホー

ル輸送層 4、発光層 3 又は電子輸送層 2) の積層体を陰極 1 と陽極 5 との間に配するが、これらの電極をマトリクス状に交差させてストライプ状に設け、輝度信号回路 30、シフトレジスタ内蔵の制御回路 31 によって時系列に信号電圧を印加し、交差位置を画素 (ピクセル) として選択的に発光させるように構成している。従って、このような構成により、ディスプレイとしては勿論、画像再生装置としても使用可能となる。なお、上記のストライプパターンを赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各色毎に配し、フルカラー又はマルチカラー用として構成することができる。

【0008】有機 EL 素子の発光輝度は、実用的な輝度領域において、素子 (具体的には画素) を流れる電流 (これを以下、素子電流又は画素電流と称することがある。) にだいたい比例していることが知られている。

【0009】ところが、パッシブマトリクス型においては、各コラムに輝度のデータを電圧として与えていると、たとえ、この素子の電流電圧特性が一定であっても、1つのラインでいくつのコラムの素子をどの程度の輝度で点灯させるかにより、ラインを流れる電流が変わり、ライン電極 (例えば上記の電極 5) のうち外部への接続電極から離れている位置にある素子ほど、ライン電極側の電位が大きく変動し易い。

【0010】このため、画素にかかる電圧が、コラム電極 (例えば上記の電極 1) に与えた電圧だけでなく、変動してしまうので、輝度を制御できず、画像を表示することは困難であるという問題があった。更に、素子は経時劣化により高抵抗化する傾向があり、このようなことも加わって、電圧で画素の輝度を制御することは更に困難である。

【0011】上記のように、電圧で画素の輝度を制御することが困難であることを図 17 について具体的に説明する。

【0012】図 17 には、パッシブマトリクスの 1 ライン分の等価回路が示されている。各画素 P X は、順方向に接続された発光ダイオード D からなっているものとみなせる。コラムの数が n 個の場合、各画素の順方向の抵抗を R、画素間のライン電極 5 の抵抗を R'、ライン電極 5 のリード部分の抵抗を R'' とする。

【0013】今、各画素すべてをある一定の輝度で点灯させる場合を考えると、その時の 1 素子 (1 画素) を流れる電流量を i とする。このとき、ライン電極 5 の一方

$$\begin{aligned} & -niR'' - (n^2 - n) iR' / 2 \\ & \doteq -1,000 \times 900 \times 10^{-6} \text{A} \times 3 \Omega - (1,000,000 - 1,000) \times 900 \times 10^{-6} \text{A} \times \\ & \quad 0.2 \Omega / 2 \\ & = -92.61 \text{V} \end{aligned}$$

②画素 P X_n のみをある一定の輝度で点灯させる場合

$$\begin{aligned} & -iR'' - (n-1) iR' \\ & \doteq 900 \times 10^{-6} \text{A} \times 3 \Omega - (1,000 - 1) \times 900 \times 10^{-6} \text{A} \times 0.2 \Omega \\ & = -0.18 \text{V} \end{aligned}$$

の端部側 (電流の流れからみて上流側) に接続された電源に一番近い素子 P X₁ のライン電極 5 の電位は、電圧降下のために電源電圧より niR'' 分だけ低くなる、即ち、 $-niR''$ となる。そして、電源から最も遠い素子 P X_n のライン電極 5 の電位は、電圧降下のために電源電圧より $\{niR'' + (n-1)iR' + (n-2)iR' + \dots + iR'\}$ 分だけ低くなる、即ち、 $\{-niR'' - (n^2 - n)iR' / 2\}$ となる。他方、仮に一番遠い素子 P X_n だけをその輝度で点灯する場合は、その素子のライン電極の電位は、電圧降下のために電源電圧より $\{iR'' + (n-1)iR'\}$ 分だけ低くなる、即ち、 $-\{iR'' + (n-1)iR'\}$ となる。

【0014】これらをまとめると、次の如くとなる。

①各画素のすべてをある一定の輝度で点灯させる場合
電源に最も近い素子 P X₁ のライン電極の電位 $= -niR''$

電源から最も遠い素子 P X_n のライン電極の電位 $= -niR'' - (n^2 - n)iR' / 2$

②電源から最も遠い素子 P X_n のみをある一定の輝度で点灯させる場合

素子 P X_n のライン電極の電位 $= -iR'' - (n-1)iR'$

【0015】上記のような単純マトリクス型で点灯させる場合は、各ラインを逐次点灯させるため、一つの画素は連続点灯ではなく、点灯している時間の割合は $1/\text{ライン数 (m)}$ となり、輝度 100cd/m^2 を得るためには $100 \text{m} \cdot \text{cd/m}^2$ のピーク輝度で点灯させなければならない。

【0016】m が 500 程度と考えると、このときの一般的な EL 素子の発光時における電流密度は 1000mA/cm^2 、画素サイズを $0.3 \times 0.3 \text{mm}$ とすれば、電流量は $900 \mu\text{A}$ である。また、素子間のライン電極の抵抗 R' は、ITO であれば 20Ω 、アルミニウム等の金属配線であれば 0.2Ω 程度である。また、リード長を 5mm と仮定すれば、R'' は、ITO 電極で約 300Ω 、金属電極で約 3Ω である。そして、コラムの個数 n は 1000 とする。

【0017】ここで、電源から最も遠い素子 P X_n について、上記の①と②の場合のライン電極の電位を比較するため、上記の式に具体的な数値を代入すると、次のようになる。

【0018】(a) ライン電極が金属配線からなるとき
①各画素すべてをある一定の輝度で点灯させる場合

5

従って、画素 PX_n については、画面の表示状態の違いにより、ライン電極の電位が 92.43V も変動することになる。

$$\begin{aligned} & -niR'' - (n^2 - n) iR' / 2 \\ & \div -1,000 \times 900 \times 10^{-6} A \times 300 \Omega - (1,000,000 - 1,000) \times 900 \times 10^{-6} A \times \\ & 20 \Omega / 2 \\ & = -9261 V \end{aligned}$$

②画素 PX_n のみがある一定の輝度で点灯させる場合

$$\begin{aligned} & -iR'' - (n-1) iR' \\ & \div 900 \times 10^{-6} A \times 300 \Omega - (1,000 - 1) \times 900 \times 10^{-6} A \times 20 \Omega \\ & = -18 V \end{aligned}$$

従って、画素 PX_n については、画面の表示状態の違いにより、ライン電極の電位が 9243V も変動することになる。この場合は、実用的な回路を構成することは不可能である。

【0020】以上の結果から、かなり抵抗の低い金属ライン電極を用いても、上記のように 90V に近いレベルの電圧変動が生じ、また、ITO ライン電極を用いると電圧変動がはるかに大きくなるため、各画素に加える電圧によって輝度を制御することは極めて困難である。まして、ITO ライン電極の場合は、電圧変動が大きすぎて、実用的な回路を構成すること自体が不可能である。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記した如き画素を発光単位とし、この発光単位を流れる電流量を制御することによって、各発光単位の輝度を正確にコントロールし、常に鮮明な発光を実現することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記した従来の技術における問題点を種々検討した結果、各画素の輝度を電圧で制御することは困難であるとの認識に基づいて、各画素を流れる電流を制御して輝度をコントロールすることを着想した。但し、これまでの常識では、制御用の電気信号は電圧として伝達するのが一般的であるため、電圧から電流へ変換する回路が必要であった。

【0023】そこで、本発明者は、そうした電流制御を効果的に行える方策を見出し、本発明に到達したものである。

【0024】即ち、本発明は、複数の発光単位（例えば後述の画素 PX ：以下、同様）を有し、これらの発光単位が電流によってそれぞれ選択的に発光するように構成され、前記複数の発光単位に流れる電流を外部からの輝度信号によって制御する電流制御部（例えば後述の電流制御回路部 40：以下、同様）が設けられている発光素子又は装置に係るものである。

【0025】本発明はまた、複数の発光単位を電流によってそれぞれ選択的に発光させるに際し、前記複数の発光単位に流れる電流を外部からの輝度信号によって制御する、発光素子又は装置の駆動方法も提供するものであ

6

*【0019】(b) ライン電極が ITO からなるとき
①各画素すべてをある一定の輝度で点灯させる場合

る。

【0026】本発明の発光素子又は発光装置、及びその駆動方法によれば、各発光単位に流れる電流量を検出し、この電流量を外部からの輝度信号（電圧信号）に合わせて制御する電流制御部を設けることによって、どのように発光させる（特にディスプレイとして画像を表示する）際にも、輝度制御を正確に行えることになる。

【0027】

20 【発明の実施の形態】本発明の発光素子又は発光装置においては、複数の発光単位が個々の配線（例えば後述のコラム電極 1 の配線：以下、同様）によってそれぞれの電流制御部に接続され、この電流制御部は、前記複数の発光単位のそれぞれに流れる電流を電圧としてモニターできる基準抵抗（例えば後述の R_{ref} ：以下、同様）と、この基準抵抗と前記発光単位との間に接続された電流制御素子（例えば後述の MOSFET：以下、同様）と、前記のモニターされた電圧と外部からの輝度信号電圧とを比較して前記電流制御素子に対する制御電圧を出力する演算増幅素子（例えば後述のオペアンプ OPA：以下、同様）とを有していることが望ましい。

【0028】この場合、基準抵抗の両端の電位差が輝度信号電圧より大きくならないように演算増幅素子によって制御されるのがよい。

【0029】また、外部からの輝度信号電圧が予めプログラムされたメモリ情報（例えば後述のプログラマブル ROM にメモリされた画像情報）として演算増幅素子に入力されるのがよい。

40 【0030】本発明の発光素子又は発光装置は、具体的には、複数のライン状電極が上下でマトリクス状に交差してこの交差位置にそれぞれのピクセル（画素）が形成され、一方の複数のライン状電極（例えば後述のコラム電極 1：以下、同様）がそれぞれ電流制御部に接続されると共に、他方の複数のライン状電極（例えば後述のライン電極 5：以下、同様）がそれぞれ駆動電源（例えば後述の V_G ：以下、同様）に接続されて制御信号によって駆動される。特に、パッシブマトリクス型（単純マトリクス型）のピクセル構造を有する有機電界発光素子として構成されることが望ましい。これは、TFT (Thin Film Transistor) 等のアクティブマトリクス型に比べ

7

て素子構成が簡単になるだけでなく、上記の電流制御部を設けるのみで画素の輝度を確実にコントロールすることができる点でも有利である。

【0031】本発明の駆動方法においては、複数の発光単位のそれぞれに流れる電流を電圧としてモニターし、このモニターされた電圧と外部からの輝度信号電圧とを比較して前記電流制御素子を制御することが望ましい。

【0032】この場合、モニターされた電圧が輝度信号電圧より大きくならないように制御されるのがよい。

【0033】また、外部からの輝度信号電圧を予めプログラムされたメモリ情報として供給するのがよい。

【0034】本発明の駆動方法は、具体的には、複数のライン状電極を上下でマトリクス状に交差させてこの交差位置にそれぞれのピクセルを形成し、一方の複数のライン状電極をそれぞれ電流制御部に接続すると共に、他方の複数のライン状電極をそれぞれ駆動電源に接続して制御信号によって駆動する。特に、パッシブマトリクス型（単純マトリクス型）のピクセル構造を有する有機電界発光素子を駆動することが望ましい。

【0035】

【実施例】以下、本発明を実施例について詳細に説明する。

【0036】図1～図13は、本発明を有機EL素子に適用した実施例を示すものである。

【0037】まず、本実施例による有機EL素子の構成を説明する。図3は、有機EL素子25の概略平面図、図4及び図5はその要部の拡大断面図である。即ち、図4は、図7のA-A線断面におけるa部の拡大図であり、上下の電極の交差部が個々の画素PXである。そして、このa部のB-B線拡大断面図を示したのが図5である。

【0038】透明基板6の上面には例えばITO透明電極5が同一パターンでストライプ状に形成され、これらの透明電極5の上にはこれらの電極とマトリクス状に直交してSiO₂絶縁膜9が同一パターンでストライプ状に形成されている。そして、絶縁膜9-9間には、ホール輸送層4、発光層3、電子輸送層2、アルミニウム電極1がこの順でほぼ同じパターンに積層され、この積層体が絶縁膜9と同一方向に同一パターンでストライプ状に形成されている。

【0039】次に、本実施例による有機EL素子を図6～図13に示す製造工程について更に詳細に説明する。

【0040】まず、図6に示すように、厚さ1.1mmのフロートガラスからなる透明基板6の全面にITO (Indium Tin Oxide) をスパッタ法により成膜した後、図7

(図6のVII-VII線断面図)のように、エッチングにより、透明電極5を幅 $w_1 = 2\text{mm}$ 、ピッチ $w_2 = 2.54\text{mm}$ で8本を単位としてストライプパターンに形成する。これら8本の透明電極5はそれぞれ、1本の両端の抵抗を約300Ωとする。

8

【0041】次に、図8のように、後述する有機積層体を絶縁するためのSiO₂絶縁膜9をSiO₂の全面蒸着後のエッチングでストライプ状に形成する。その幅 w_3 は1mm、ピッチ w_4 は2.54mm、膜厚 t は100nmとする。

【0042】有機層（ホール輸送層4、発光層3、電子輸送層2）及びアルミニウム電極1の蒸着は、図9に示すような真空蒸着装置11を使用する。この装置の内部には、アーム12の下に固定された一对の支持手段13が設けられ、この双方の固定手段13、13の間には、透明基板6を下向きにし、後述するマスク22、23又は24をセットできるステージ機構（図示省略）が設けられている。そして、透明基板及びマスクの下方には、所定個数の各種蒸着源28を配置する。蒸着源28は、電源29による抵抗加熱方式で加熱される。この加熱には、必要に応じてEB（電子線）加熱方式等も使用される。

【0043】SiO₂絶縁膜9を形成した透明基板6は、有機溶剤、紫外線（UV）オゾン処理により表面を十分に清浄した後、上記真空蒸着装置11により赤

20 (R)、緑(G)、青(B)の3色を発光するストライプを隣接して形成するため、有機層及び金属電極を各色毎に別の蒸着マスクを用いて次の手順で行った。

【0044】まず、真空蒸着装置11の中に透明電極基板6と赤(R)色用のマスク22をセットする。図10は、その透明基板6とマスク22の位置関係を示した一部分の拡大断面図である。図示のように、蒸着は絶縁膜9-9間の領域にマスク22のスリット状の開口部22aを位置合わせ(マスク掛け)する。マスク22の開口部22aは、絶縁膜9-9間の領域に対して3本おきの間隔で形成されている。従って、このマスク掛けにより、赤(R)の発光体領域以外は遮蔽される。

【0045】このように、赤(R)色用のマスク22を掛けてから、真空蒸着装置を $2 \times 10^{-6}\text{Torr}$ の真空度に保ち、下記の構造式のトリフェニルジアミン誘導体TPD (N, N'-ビス(3-メチルフェニル)1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)を蒸着レート0.3nm/sで50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層4Rを形成する。

【0046】続いて、同じマスク22をそのまま用いて、下記構造式のAlq₃ (トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム)とレーザー色素DCM (4-ジシアノメチレン-6-(p-ジメチルアミノ)スチリル)-2-メチル-4H-ピラン)をそれぞれ0.3nm/s及び0.03nm/sの蒸着レートで20nmの厚さに蒸着し、発光層3Rをホール輸送層4R上にほぼ同じパターンに積層する。

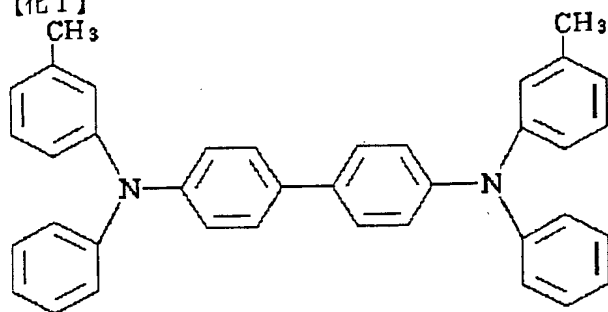
【0047】続いて、同じマスク22をそのまま用いて、下記構造式のAlq₃ (トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム)を蒸着レート0.3nm/sで40nmの厚さに蒸着し、電子輸送層2Rを発光層3R上にほぼ同じパターンに積層し、最後にアルミニウムを蒸着レート250nm/sで300nmの厚さに蒸着し、電子輸送層2R上にほぼ

9

同じパターンに電極1を積層する。

【0048】

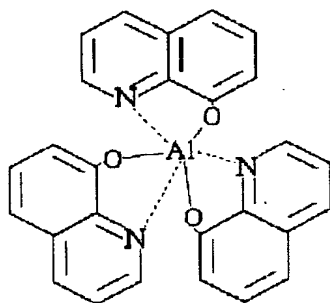
【化1】



TPDの構造

【0049】

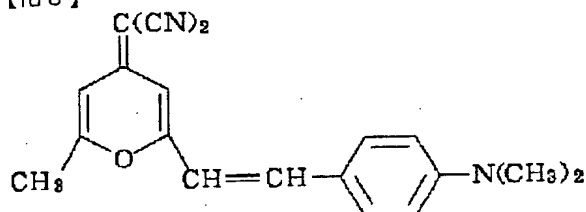
【化2】



Alq3の構造

【0050】

【化3】



DCMの構造

【0051】次に、図11のように、緑(G)色用のマスク23に掛け替える。このマスク23は、図示のように、上記の赤(R)色用のマスク22による積層領域に隣接する絶縁膜9-9間の領域にスリット状の開口部23aが一致するように、位置合わせされる。マスク23は上記した赤(R)色用のマスク22と同じパターンに形成され、緑(G)以外の発光領域を遮蔽する。

【0052】このようにして緑(G)色用のマスク23掛けをしてから、真空蒸着装置を 3×10^{-6} Torrの真空度に

10

保ち、まず、上記したトリフェニルジアミン誘導体TPDを蒸着レート0.3nm/sで50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層4Gを形成する。

【0053】続いて、同じマスク23をそのまま用いて、上記したAlq3を蒸着レート0.3nm/sで50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層4G上にほぼ同じパターンに発光層3Gを積層する。この発光層は電子輸送層2Gを兼用するものである。

【0054】更に、この上にアルミニウムを蒸着レート2nm/sで300nmの厚さに蒸着し、発光層3G(及び電子輸送層2G)とほぼ同じパターンに電極1を積層する。

【0055】次に、図12のように、青(B)色用のマスク24に掛け替える。このマスク24は、図示のように、上記の緑(G)色用のマスク23による積層領域に隣接する絶縁層9-9間の領域にスリット状の開口部24aが一致するように、位置合わせされる。マスク24は赤(R)色用及び緑(G)色用のマスクと同じパターンに形成され、青(B)以外の発光領域を遮蔽する。

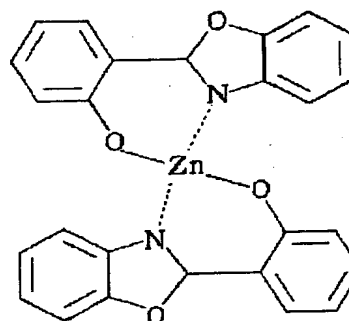
【0056】このように青(B)色用のマスク24を掛けてから、真空蒸着装置を 3×10^{-6} Torrの真空度に保ちながら、まず上記したトリフェニルジアミン誘導体TPDを蒸着レート0.3nm/sで50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層4Bを形成する。

【0057】続いて、同じマスク24をそのまま用いて、下記構造式のZn(oxz)₂(2-(8-ヒドロキシフェニル)-ベンズオキサゾールの亜鉛錯体)を蒸着レート0.3nm/sで50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層4B上にほぼ同じパターンに発光層3Bを積層する。この発光層は電子輸送層2Bを兼用するものである。

【0058】最後に、アルミニウムを蒸着レート2nm/sで300nmの厚さに蒸着し、発光層3B(及び電子輸送層2B)上にほぼ同じパターンに電極1を積層する。

【0059】

【化4】



Zn(oxz)₂の構造

【0060】図13は、上記した製造工程において、蒸着により有機層から電極(陰極)までを各色毎に所定の色用の同じマスクを使用して積層して得られる有機EL素

子25を示す。そして、図20は、陽極の透明電極5と陰極の金属電極1とを駆動・制御回路に配線した状態であるが、その動作については後述する。

【0061】以上の製造プロセスにおいて、マスクの掛け替えは、真空状態で真空中のまま、或いは真空を破って蒸着膜が大気に曝される状態で行ったが、後述の駆動時に初期の発光性能では大きな差はなかった。

【0062】上記した本実施例による有機EL素子25をいわゆるダイナミックドライブ方式で、本発明に基づく電流制御回路部を有する図1に示す駆動回路により点灯させた。

【0063】この駆動回路は、オペアンプOPAを用いて、コラムを流れる素子電流（画素PXを流れる電流） i を外部からの輝度信号によって制御できるように構成したものである。

【0064】即ち、ストライプ状のコラム電極（上記した電極1）とストライプ状のライン電極（上記した透明電極5）とが上下でマトリクス状に交差して、この交差位置にそれぞれのピクセル（画素）PXがバンプマトリクス型構造に形成されている。各ピクセルPXは、順方向に接続されたダイオードDとして等価的にみなせる。そして、一方のコラム電極1はそれぞれの電流制御回路部40に接続されると共に、他方のライン電極5はそれぞれ駆動電源 V_C に接続され、制御信号CSによって駆動される。この駆動回路とその動作を更に詳細に説明する。

【0065】電流制御回路部40は、多数のピクセルPXのそれぞれに流れる電流 i を電圧 V_m としてモニターできる基準抵抗 R_{ref} と；この基準抵抗 R_{ref} とピクセルPXとの間に接続された電流制御素子としてのFET（Field Effect Transistor）と；前記のモニターされた電圧 V_m と電流制御回路部40に対し外部のPROM（Programmable Read Only Memory）から供給される輝度信号電圧 V_S とを比較してFETに対する制御電圧 V_{CS} を出力する演算増幅素子（オペアンプ）OPAと；を有している。

【0066】PROMには、有機EL素子25で表示したい映像情報が予めプログラムされてメモリされている。これは、パーソナルコンピュータPCで操作されるマイクロプロセッシングユニットMPUからの指示によりPROMに入力され、上記映像情報がサンプリングされて所定の輝度信号電圧 V_S がPROMから出力される。この輝度信号電圧は抵抗器 r で所望の電圧値に調整され、この調整された電圧 V_{SA} がオペアンプOPAの+端子に入力される。

【0067】一方、ピクセルPXを点灯させるために、電源 V_C とピクセルPXとの間に駆動トランジスタ（ここではNPNバイポーラトランジスタ）Trが接続され、このトランジスタのベースにスイッチング用の制御電圧CSが選択的に印加され、各ライン電極5が逐次切

り替えられる。従って、制御電圧CSによってトランジスタTrがオンしたタイミングで、そのライン電極5に電源電圧 V_C が印加され、これによってコラム電極1との間に電流 i が流れ、ピクセルPXが点灯することになる。

【0068】こうした点灯動作は、ライン電極5に電源電圧 V_C が印加されると同時に、上記した輝度信号電圧によるFETのオン状態が続く間（即ち、電流 i が流れる期間中）は継続され、こうした動作が各ライン毎に輝度信号に対応して行われるため、目的とするディスプレイ画像がEL素子25から得られる。

【0069】この場合、ピクセルPXを通して流れる電流 i は、そこに要求される発光輝度に相当して流れるようにしているが、これは上記の電流制御回路部40によって実現可能である。これを以下に説明する。

【0070】オペアンプOPAの+端子には、上記した輝度信号電圧 V_{SA} が入力されると共に、その-端子には、基準抵抗 R_{ref} を電流 i が流れることにより、基準抵抗 R_{ref} の両端に生じる電位差（上記のモニターされた検出電圧 V_m ）が入力される。

【0071】そして、 $V_{SA} > V_m$ の条件下では、オペアンプOPAの出力 V_{CS} が上昇し、FETのゲート電位 V_G が上昇し、 $V_m - V_G$ が小さくなってFETのソースドレイン抵抗を下げ電流 i を増加させる。このように i が増加して $i \cdot R_{ref} = V_m$ が V_{SA} に達すると、それ以上は V_{CS} が上昇しなくなり、FETの抵抗値が安定し、 i は一定値 V_m / R_{ref} に安定する。

【0072】従って、PROMからの輝度信号電圧が印加されている間は、その輝度信号電圧 V_{SA} と検出電圧 V_m とが一致するまで、可変抵抗としてのFETを介して電流 i が流れ、ピクセルPXには目的とする電流量となるまで電流が流れるから、所望の発光輝度が常に得られることになる。この動作のタイミングチャートは図2に示す。

【0073】電源 V_C 側のライン電極5の切り替え動作を説明すると、クロックジェネレータからなる発振器CLKからの発振パルスがカウンタCT₁に入力され、同じビット数のカウンタCT₂との組み合わせによって所定のカウンタ数毎にスイッチング用ラインセレクトLSが作動され、所定の選択ラインにTTLレベルの電圧が出力される。この出力は、インバータINVによって反転され、この反転出力が制御信号CSとしてトランジスタTrのベースに印加されるが、この印加によってオンしたトランジスタTrを介して電源電圧 V_C が上述したようにライン電極5に供給される。なお、上記のPROMは、カウンタCT₁によってクロック制御される。

【0074】図1に示した駆動回路を用いた具体的な動作例を説明すると、ピクセルPXの点灯のための電圧として35Vを加え、各素子PXに32mAの電流が流れるように調整した。ラインの切り替えを63.5 μ sで逐次行い、

各画素の点灯時間比率（デューティ比）を1/256で行ったとき、ピーク輝度25,600cd/m²、平均輝度100cd/m²が得られた。

【0075】上記したように、図1の駆動回路によって、画素PXを流れる電流量を制御するため、各画素の輝度を正確にコントロールし、常に鮮明な発光（画像表示）を実現することができる。

【0076】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0077】例えば、図1の駆動回路において、電流制御回路部40に電圧ホールド回路を設けたり、構成素子を適宜変更する等、電流制御を一層正確に行うように構成することができる。また、輝度信号電圧を外部から供給するための回路も種々変更してよく、ラインセンサLSと連動してPROMを作動させてもよい。また、PROMでは映像信号がサンプルホールドされるか、或いはサンプリング後にA/D変換されてよい。

【0078】なお、電極、ホール輸送層、発光層、電子輸送層のそれぞれの厚さは、素子の動作電圧を考慮して決められるものであり、上述の実施例に限定されるものではない。これら各層の組成や配置、画素のパターン及びレイアウト等は様々に変化させることができる。例えば、図15に示した構成のEL素子としてもよい。

【0079】また、素子の各層の作製法も通常の真空蒸着法、ラングミュアプロジェクト（LB）蒸着法をはじめ、ディップコーティング法、スピンコーティング法、真空気体蒸着法、有機分子線エビタキシ法（OMBE）が採用可能である。なお、ホール輸送層又は電子輸送層には蛍光物質を含有させておいてもよい。

【0080】

【発明の作用効果】本発明は、上述した如く、複数の発光単位を有し、これらの発光単位が電流によってそれぞれ選択的に発光し、前記複数の発光単位に流れる電流を外部から輝度信号によって制御する電流制御部を設けているので、各発光単位に流れる電流量を検出し、この電流量を外部からの輝度信号（電圧信号）に合わせて制御する電流制御部を設けることによって、どのように発光させる（特にディスプレイとして画像を表示する）際にも、輝度制御を正確に行えることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による有機EL素子の駆動回路図である。

【図2】同駆動回路の素子電流制御時のタイミングチャートである。

【図3】同有機EL素子の概略平面図である。

【図4】図3のA-A線断面におけるa部の拡大図である。

【図5】図3のB-B線断面におけるa部の拡大図である。

【図6】同有機EL素子の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図7】図6のVII-VII線に沿う要部の拡大断面図である。

【図8】同他の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図9】同製造工程に使用可能な真空蒸着装置の概略図である。

【図10】同他の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図11】同他の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図12】同他の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図13】同更に他の製造工程を示す要部の拡大断面図である。

【図14】従来例による有機EL素子の概略断面図である。

【図15】同他の有機EL素子の概略断面図である。

【図16】同有機EL素子の具体例を示す概略斜視図である。

【図17】同有機EL素子の1ライン分の等価回路図である。

【符号の説明】

1・・・電極（陰極）（コラム電極）

2・・・電子輸送層

3・・・発光層

4・・・ホール輸送層

5・・・透明電極（陽極）（ライン電極）

6・・・透明基板

9・・・絶縁膜

11・・・真空蒸着装置

12・・・アーム

13・・・支持手段

21・・・絶縁膜用マスク

22・・・赤色用マスク

23・・・緑色用マスク

24・・・青色用マスク

25・・・有機EL素子

40・・・電流制御回路部

PX、PX₁～PX_n・・・画素（ピクセル）

D・・・ダイオード

i・・・素子電流

R_{ref}・・・基準抵抗

MOSFET・・・電流制御素子

OPA・・・オペアンプ

PROM・・・輝度信号電圧供給素子

CLK・・・クロックジェネレータ

CT₁、CT₂・・・カウンタ

50 LS・・・ラインセレクト

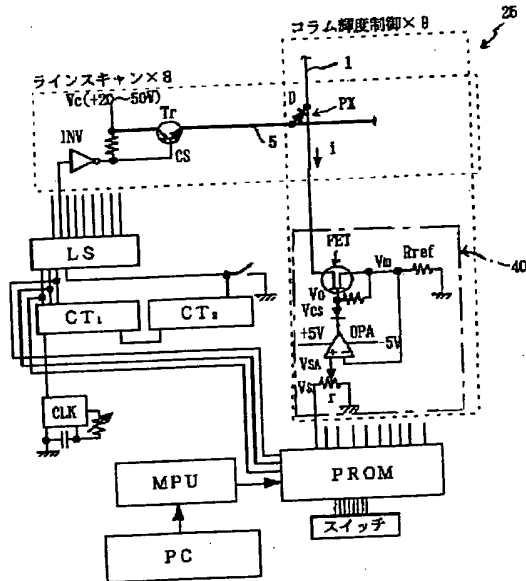
(9)

16

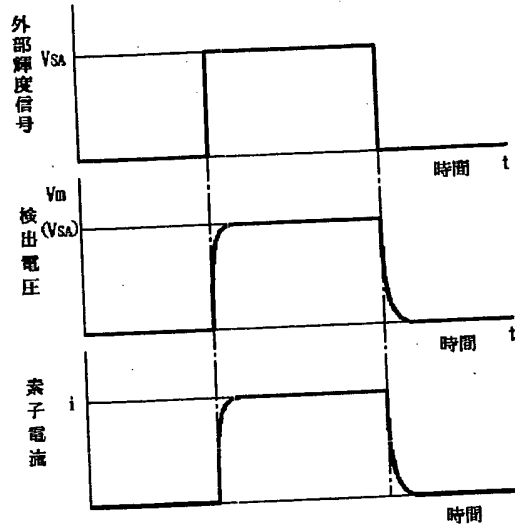
15
INV・・・インバータ
Tr・・・スイッチング用トランジスタ
PC・・・パーソナルコンピュータ
MPU・・・マイクロプロセッシングユニット
R'、R''・・・配線抵抗
V₁～V_n・・・ライン電極の電位

V_m・・・検出電圧
V_{SA}、V_S・・・輝度信号電圧
V_{CS}・・・制御電圧
V_C・・・電源電圧
CS・・・制御信号

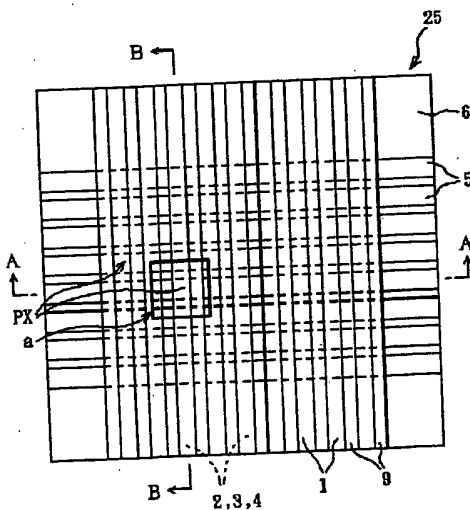
【図1】



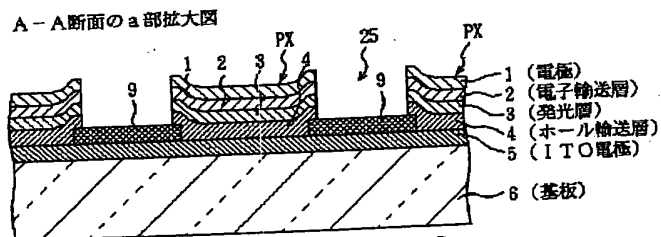
【図2】



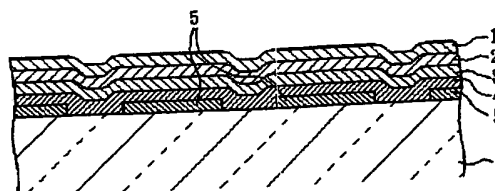
【図3】



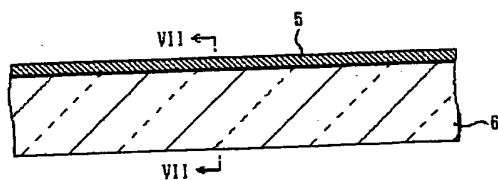
【図4】



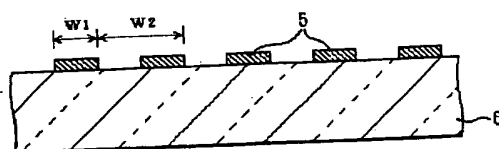
【図5】



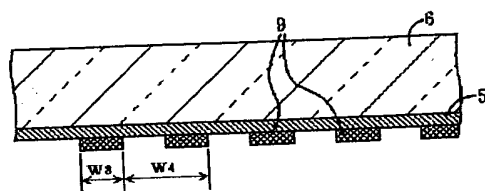
【図6】



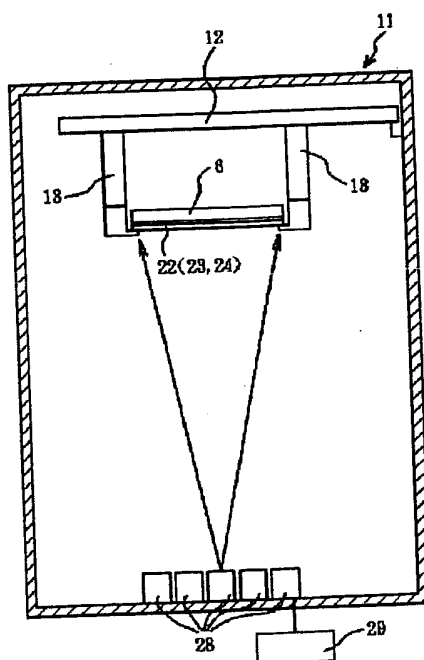
【図7】



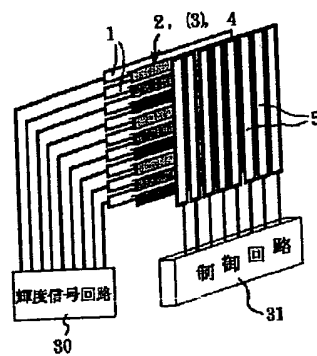
【図8】



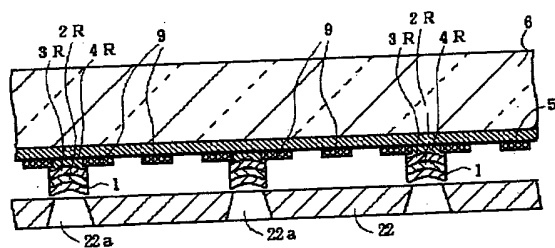
【図9】



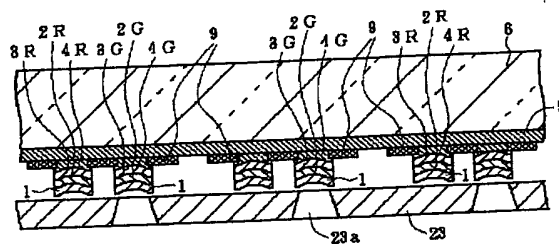
【図16】



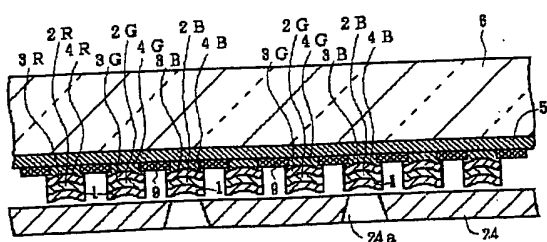
【図10】



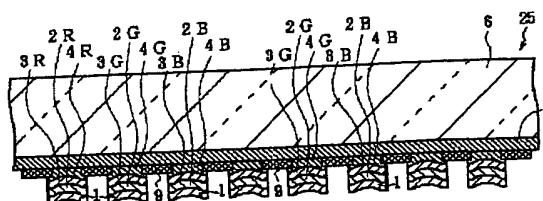
【図11】



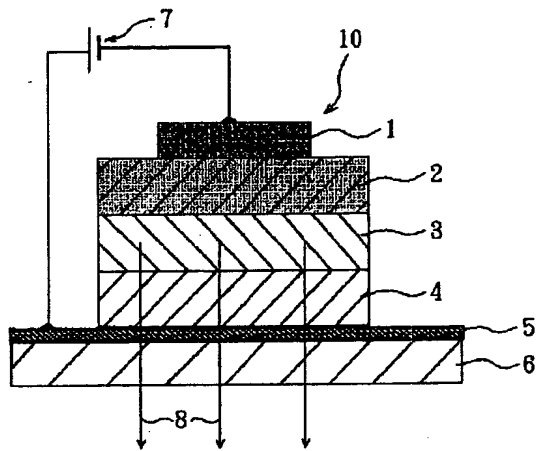
【図12】



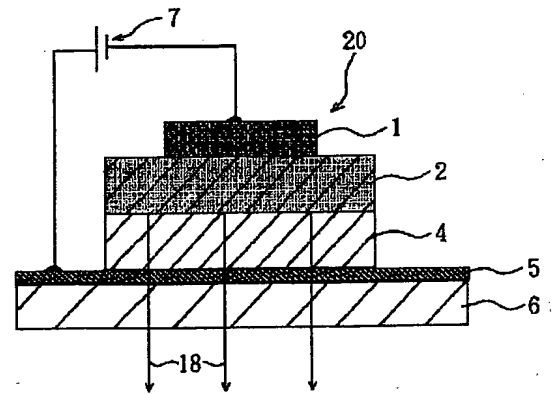
【図13】



【図14】



【図15】



【図17】

